

Concepțe și aplicații în Vedere Artificială

Bogdan Alexe

bogdan.alexe@fmi.unibuc.ro

Radu Ionescu

raducu.ionescu@gmail.com

Curs optional

anul III, secția Informatică, semestrul I, 2020-2021

Noi = cei care predăm



Bogdan

Curs (50%)
Laborator (100%)



Radu

Curs (50%)



Iuliana

Corectat teme

Voi = studenții de la optional

Concepțe și aplicații în vederea artificială

	NUME SI PRENUME STUDENT	GRUPA DIN ANUL II
1	AVADANEI ANTONIA	233
2	Badea Adrian Catalain	235
3	Biro Balan Antonia	232
4	Chițac Marius	234
5	Chitu Stefan Catalin	242
6	Curcan Stefan Cosmin	234
7	Dumitrescu Teodor	233
8	Eugen-Cristian Bleotiu	235
9	Francu Richard Serban	235
10	Iordachescu Anca Mihaela	235
11	LAIU FLORIN-EMANUEL	242
12	Manea Larisa-Cristina	234
13	MASGRAS VLAD-FLORIAN	241
14	Miclaus Adrian Stefan	235
15	Mihai Stoian	232
16	Munteanu Rares-Alexandru	234
17	Nitica Ionut Bogdan	232

18	Pantiru Luana - Catalina	233
19	Preda Alin-Catalin	244
20	Sava Vasile-Daniel	243
21	Talmacel Sergiu-Victor	231
22	Vlad Radu-Mihai	235
23	Condurachi Corina	232
24	Popa Andreea-Denisa	243
25	Predescu Eduard-Alexandru	233
26	Racovita Andra-Georgiana	232
27	Turtoi Eduard	241
28	Balinisteanu Catinca Maria	244
29	Dăscălescu Dana	231
30	RADU TEODOR-GEORGE	242
31	VISANU CRISTIAN	235
32	Simionescu Tiberiu-Cosmin	241
33	Rotaru Gheorghe-Iulian	235

Cuprinsul cursului de azi

1. Aspecte organizatorice legate de cursul de VA
2. Ce este VA?
3. Aplicații de succes în VA
4. Structura cursului de VA
5. Bibiliografie
6. Primul curs: formarea imaginilor

Structura primului semestru

- <https://www.unibuc.ro/studii/structura-anului-universitar/>

PERIOADA	ACTIVITATEA
Semestrul I	
01.10.2020 – 23.12.2020	Activitate didactică
24.12.2020 – 03.01.2021	Vacanță de iarnă
04.01.2021 – 17.01.2021	Activitate didactică
18.01.2021 – 07.02.2021	Sesiune de examene

- 14 cursuri (12 în 2020, 2 în 2021)
- 6/7 laboratoare (verificare = lucrare de laborator în ultima săptămână – detalii mai târziu în curs)

Orar

Optionale an III - INFO (1)

Universitatea din Bucuresti, Facultatea de Matematica si Informatica, str. Academiei 14, Bucuresti

	8 10:00-11:00	9 10:00-11:00	10 10:00-11:00	11 10:00-11:00	12 10:00-11:00	13 10:00-11:00	14 10:00-11:00	15 10:00-11:00	16 10:00-11:00	17 10:00-11:00	18 10:00-11:00	19 10:00-11:00
Lu												
Ma												
Mi	Stupariu S CoGelnGrCalc (curs)	Stupariu S CoGelnGrCalc (Lab, SI)	Alexe B / Ionescu R Co&AplInVedArtif (curs)	Alexe B Co&AplInVedArtif (Lab, SI)	Paduraru C IntrReinfLearn (curs)							

- curs săptămânal
- laborator o dată la două săptămâni cu întreaga grupă în săptămână impară (acum suntem în săptămâna a doua)

Materiale

- pe MS-TEAMS, pe canalele Curs și Laborator

The screenshot shows the Microsoft Teams interface. On the left, there's a vertical sidebar with icons for Activity, Chat, Teams, Assignments, Calendar, Calls, and Files. Below these are lists for 'All teams' and specific channels: 'Concepte si Aplicatii in ...', 'General', 'Curs', and 'Laborator'. The 'Laborator' channel is currently selected, indicated by a grey background. The main area is titled 'Laborator' and shows a 'Files' tab selected. The file list includes a single item: 'Laborator1' (a folder), which was modified 'A few seconds ago' by 'BOGDAN ALEXE'. The top navigation bar includes a search bar and buttons for 'New', 'Upload', 'Sync', 'Copy link', 'Download', and 'Add cloud storage'.

Name	Modified	Modified By
Laborator1	A few seconds ago	BOGDAN ALEXE

Examen - evaluare

- În funcție de 2 aspecte:
 - teme de laborator (vor fi 4 de-a lungul semestrului);
 - lucrare finală de laborator (ultima săptămână = 13 ianuarie 2021).
- puteți obține nota numai din teme dacă:
 - aveți cel puțin 3 teme peste nota 5;
 - nota finală = media celor mai mari 3 note (din 4 posibile) din teme.
 - 1p bonus la nota finală dacă ati rezolvat toate cele 4 teme și aveți nota ≥ 7 la fiecare temă

SAU

- puteți obține nota numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator).

SAU

- puteți obține nota din media dintre lucrarea finală de laborator (trebuie să luați minim 5) și cea mai mare notă din temă (dacă vreți să o luăm în considerare)

Restanță + reexaminare - evaluare

- notă numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator)

Mărire - evaluare

- notă numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator)

SAU

- nota din media dintre lucrarea finală de laborator și cea mai mare notă din temă

Regulament de integritate

- regulament privind activitatea studentilor la UB:

<https://unibuc.ro/wp-content/uploads/2019/10/Regulament-privind-activitatea-profesional%C4%83-a-studentilor-modificat-2019.pdf>

- regulament de etică și profesionalism la FMI:

http://old.fmi.unibuc.ro/ro/pdf/2015/consiliu/Regulament_etica_FMI.pdf

Se consideră **incident minor** cazul în care un student/ o studentă:

- a. preia codul sursă/ rezolvarea unei teme de la un coleg/ o colegă și pretinde că este rezultatul efortului propriu;

Se consideră **incident major** cazul în care un student/ o studentă:

- a. copiază la examene de orice tip;

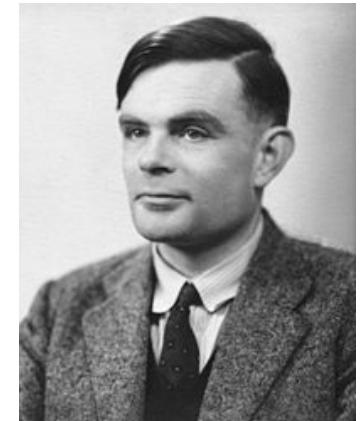
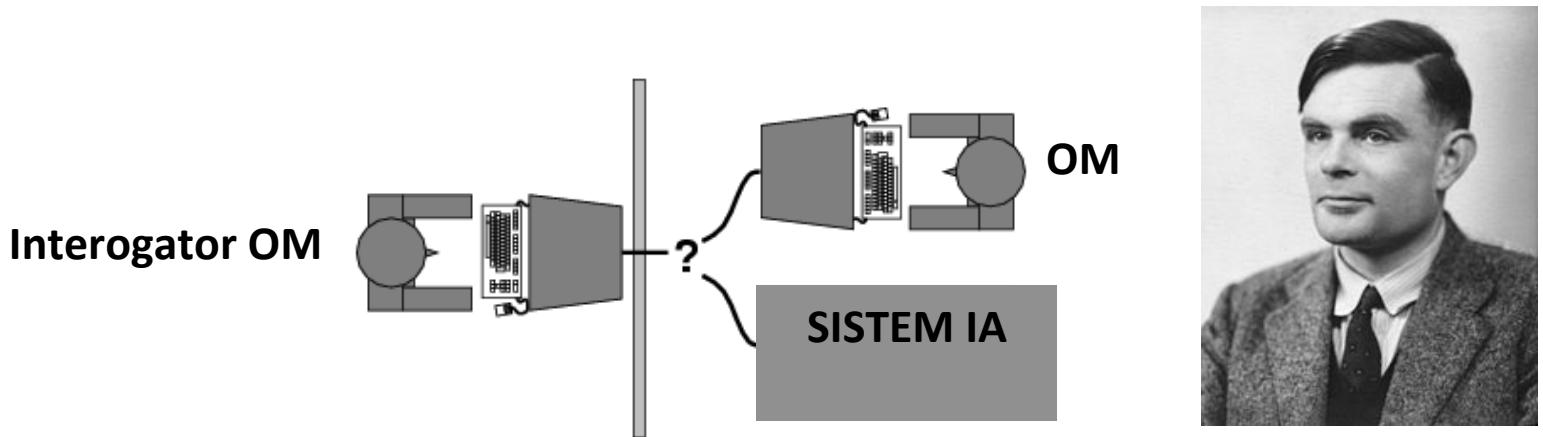
- **3 incidente minore = un incident major = exmatriculare**

Recomandări privind interacțiunea pe TEAMS

- atitudine decentă, responsabilă
- puteți adresa întrebări pe chat sau luând cuvântul
- în timpul cursului e bine să aveți microfonul pe mute
- dacă vă simțiți confortabil puteți să aveți camera pornită

Ce este Vederea Artificială?

Testul Turing

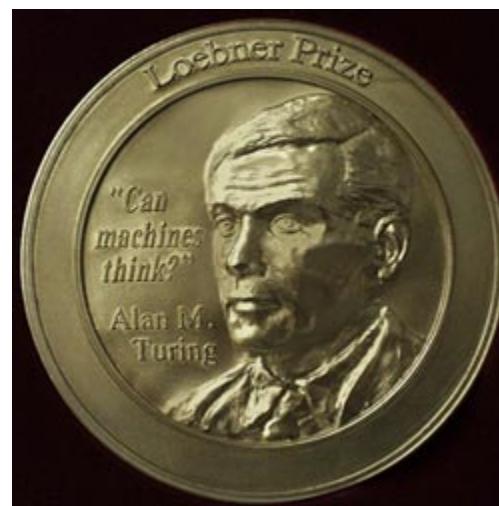
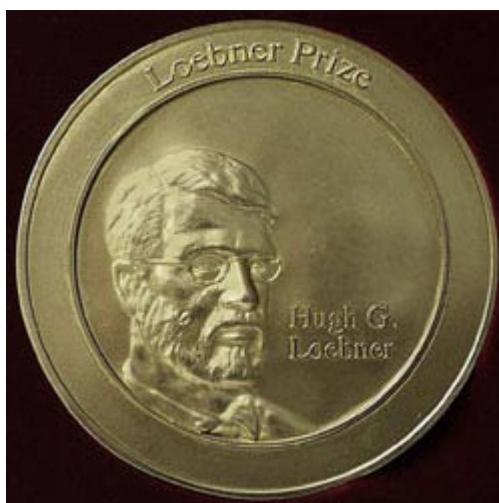


- un om nu poate distinge în timpul unei conversații scrise dacă interlocutorul este calculator sau om

- Ce abilități ar trebui un calculator să aibă pentru a trece de testul Turing?
 1. procesarea limbajului natural (comunicare)
 2. reprezentarea cunoștiințelor (stocare informații)
 3. deducție automată (a faptelor pe baza cunoștiințelor)
 4. învățare automată (detectare de pattern-uri)

Testul Turing

- Turing a prezis că până în anul 2000, un sistem informatic IA va putea să păcălească 30% din interogatori pentru 5 minute
- Premiul Loebner
 - 2008: 12 interogatori – 5 minute pentru a conversa simultan cu 2 entități diferite (om sau sistem AI)
Câștigătorul, Elbot , a reușit să păcăleacă 3 din 12 interogatori.



Testul “total” al lui Turing

- Include semnal video – interogatorul uman poate testa capacitatele perceptuale ale interlocutorului
- Abilități necesare:
 1. procesarea limbajului natural (comunicare)
 2. reprezentarea cunoștiințelor (stocare informații)
 3. deducție automată (a faptelor pe baza cunoștiințelor)
 4. învățare automată (detectare de pattern-uri)
 5. vedere artificială (perceperea obiectelor, a scenei)
 6. robotică (manipularea obiectelor, mișcare)

Subdomenii ale Inteligenței Artificiale

Ce este vederea artificială?



Gata?

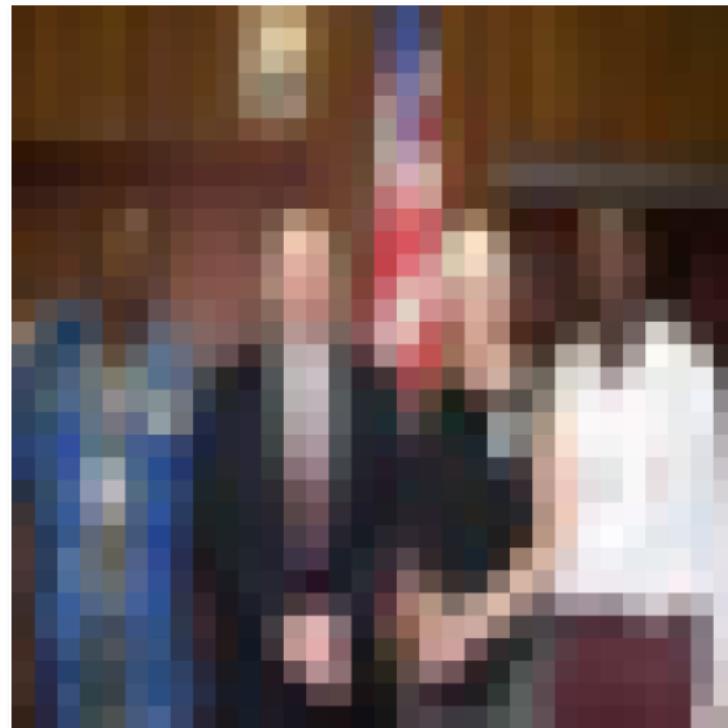
Ce este vederea artificială?



- Înzestrarea computerelor cu un sistem vizual asemănător cu sistemul vizual uman
- Scrierea de programe pentru calculator care pot interpreta imagini/video-uri

Scopul vederii artificiale

- Extragerea informației din pixeli



Scopul vederii artificiale

- Extragerea informației din pixeli



Vederea umană

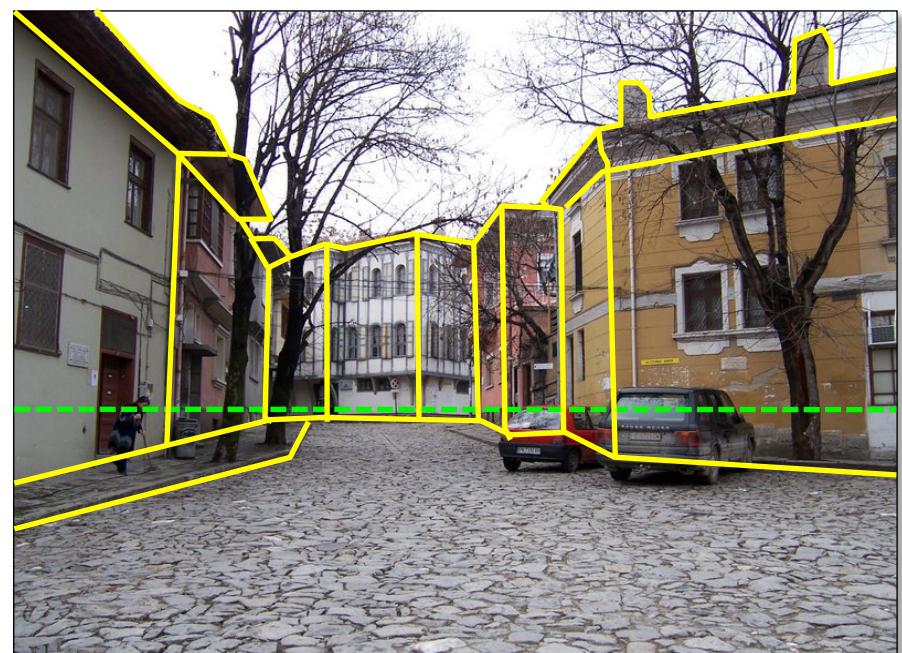
R: 99 G: 95 B: 95	R: 177 G: 172 B: 178	R: 81 G: 79 B: 83	R: 54 G: 49 B: 54	R: 55 G: 46 B: 50	R: 48 G: 34 B: 40	R: 61 G: 45 B: 46	R: 68 G: 53 B: 53	R: 56 G: 43 B: 44	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
R: 88 G: 84 B: 85	R: 154 G: 148 B: 154	R: 83 G: 81 B: 87	R: 43 G: 42 B: 47	R: 48 G: 42 B: 46	R: 55 G: 44 B: 47	R: 69 G: 53 B: 53	R: 68 G: 53 B: 53	R: 56 G: 43 B: 45	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
R: 84 G: 79 B: 80	R: 138 G: 133 B: 140	R: 100 G: 98 B: 105	R: 54 G: 51 B: 57	R: 46 G: 41 B: 48	R: 49 G: 41 B: 45	R: 56 G: 43 B: 45	R: 63 G: 49 B: 52	R: 68 G: 53 B: 53	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
R: 72 G: 66 B: 71	R: 97 G: 92 B: 99	R: 86 G: 84 B: 92	R: 51 G: 50 B: 56	R: 49 G: 46 B: 50	R: 50 G: 43 B: 48	R: 63 G: 49 B: 52	R: 68 G: 53 B: 53	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
R: 76 G: 72 B: 76	R: 81 G: 79 B: 85	R: 69 G: 69 B: 77	R: 60 G: 59 B: 67	R: 63 G: 59 B: 65	R: 52 G: 45 B: 51	R: 63 G: 49 B: 52	R: 68 G: 53 B: 53	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56

Vederea calculatoarelor

Ce informații extragem?

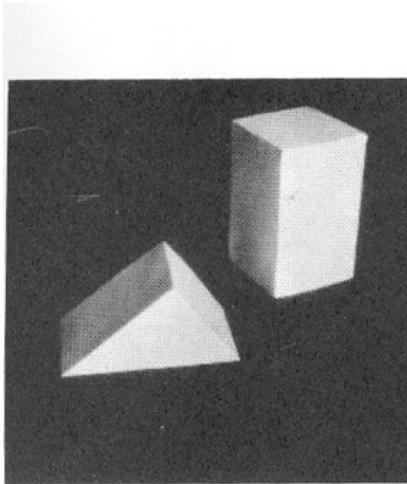


Informații semantice

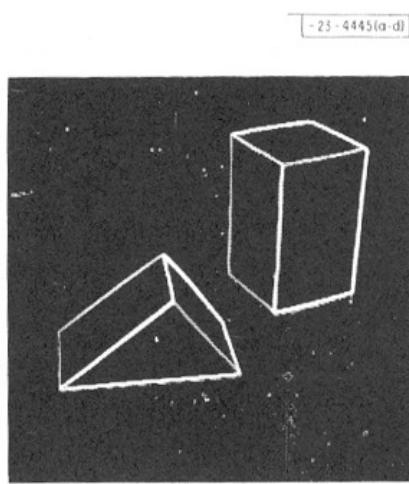


Informații geometrice (3D)

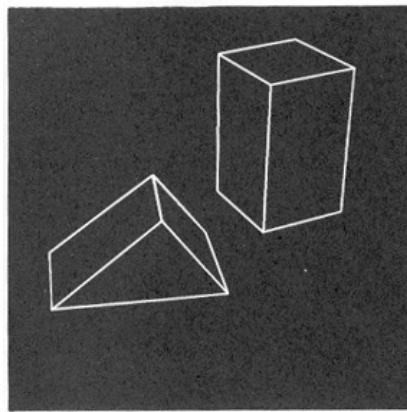
Date vizuale în 1963



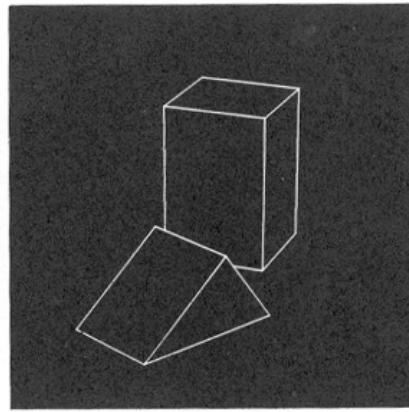
(a) Original picture.



(b) Differentiated picture.



(c) Line drawing.



(d) Rotated view.

L. G. Roberts

Machine Perception of Three
Dimensional Solids,

Teza de doctorat, MIT, 1963.

Date vizuale în 2020



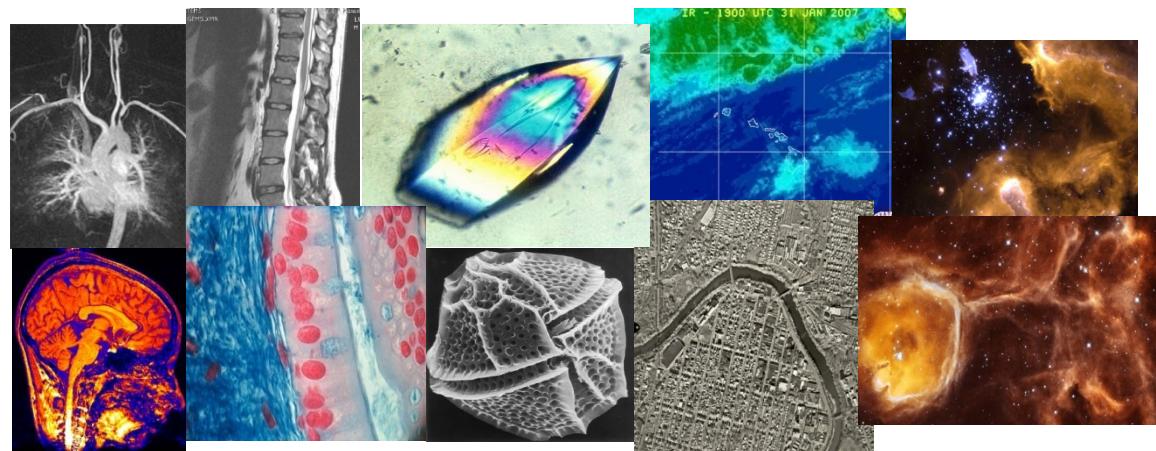
Albume foto



Filme, știri, sporturi



Supraveghere video și securitate



Imagini medicale și științifice

Exemplu de vedere artificială



Terminator 2

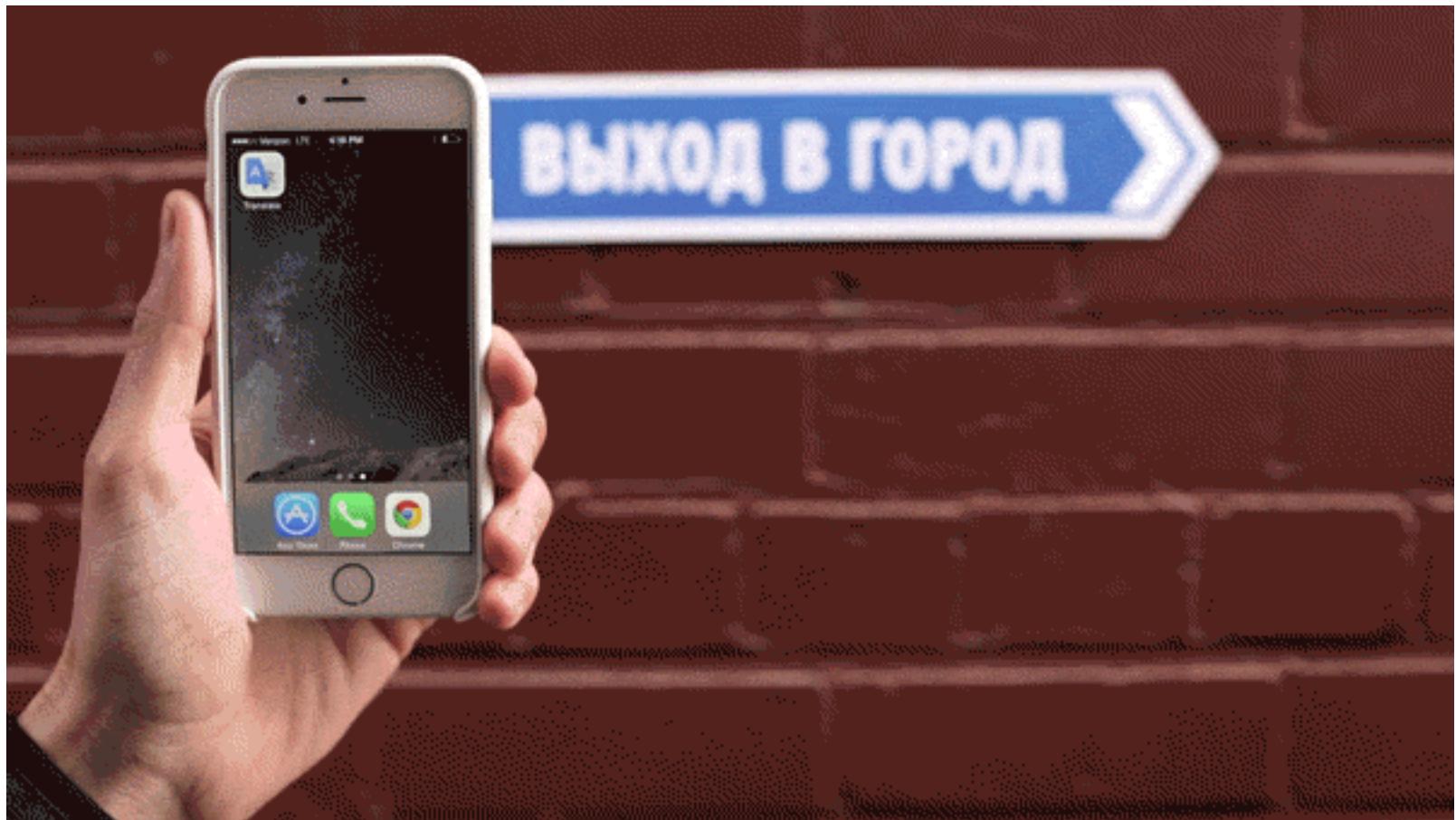
Exemplu de vedere artificială



<https://www.youtube.com/watch?v=nVTkVe1VHAc>

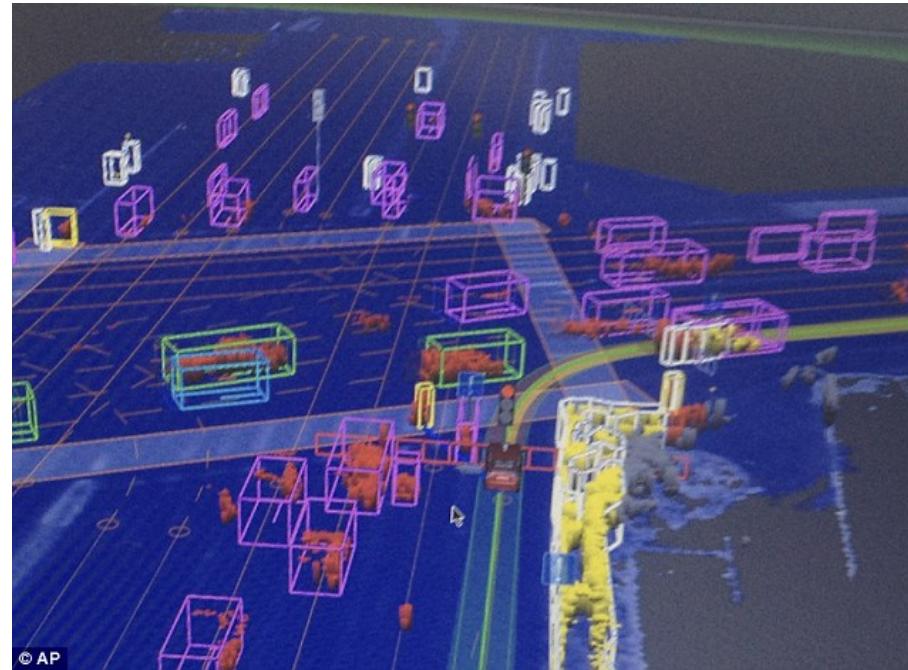
Aplicații de succes în Vedere Artificială

Traducere automată



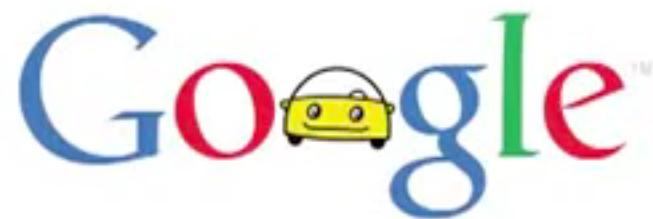
<http://googleblog.blogspot.com/2015/01/hallo-hola-ola-more-powerful-translate.html>

Mașini fără șofer



- Nissan: în 2020 mașini fără șofer disponibile la un preț rezonabil
- Google: 2017

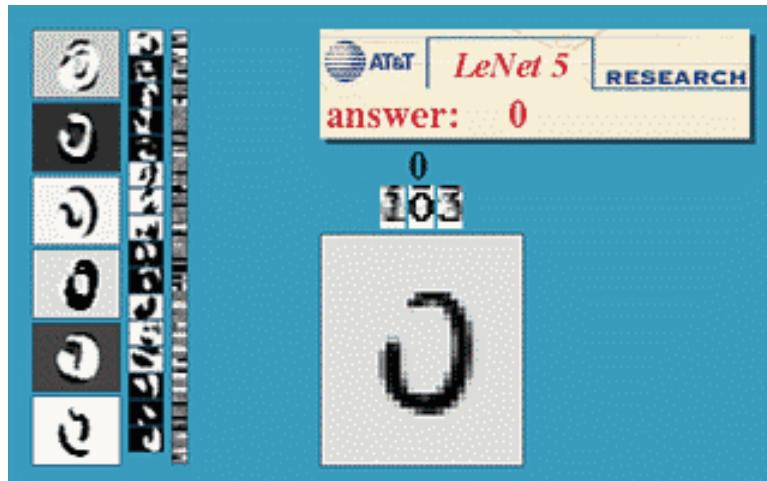
Mașini fără șofer - Google



<https://www.youtube.com/watch?v=TsaES--OTzM>

Recunoașterea optică a caracterelor (OCR)

- Tehnologie care convertește documente scanate în text.



Recunoașterea cifrelor
<http://yann.lecun.com/exdb/lenet/index.html>

LYCH428

LYCH428

4 Y C H 4 2 8

Recunoașterea plăcuțelor de înmatriculare
http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recognition

Detectarea facială

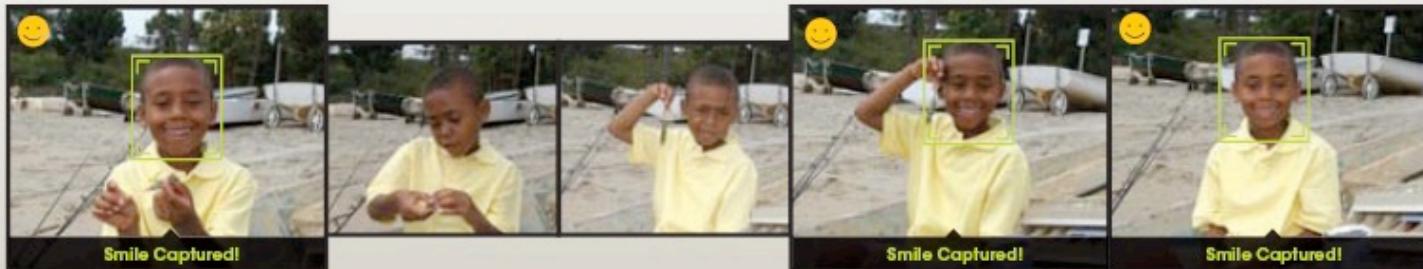
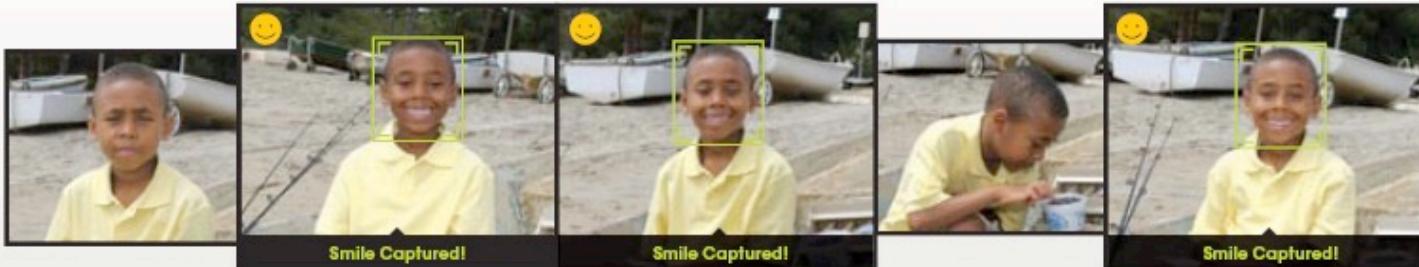


- Multe din camerele digitale existente au incorporat detector facial
 - Canon, Sony, Fuji, ...

Smile detection?

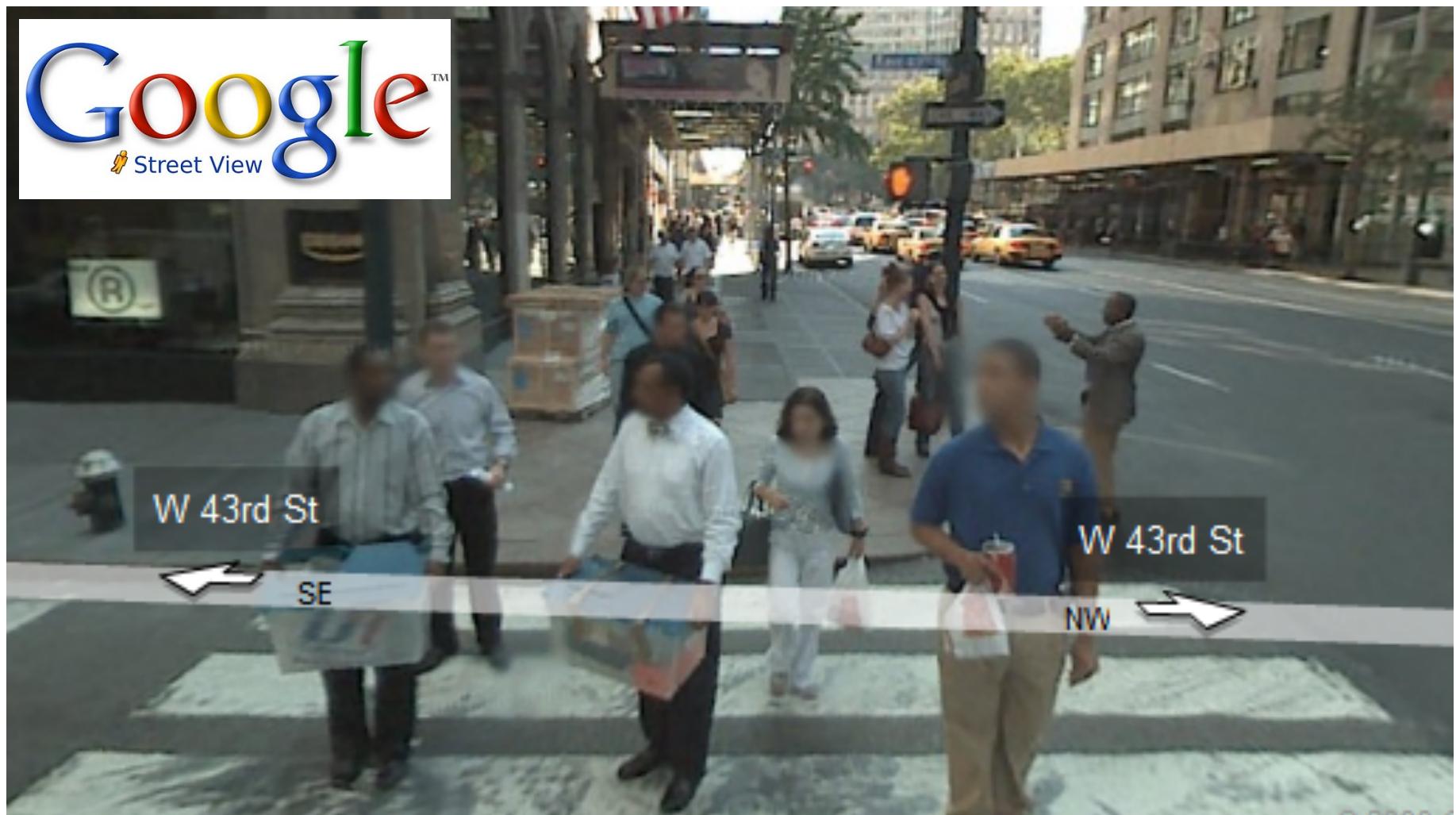
The Smile Shutter flow

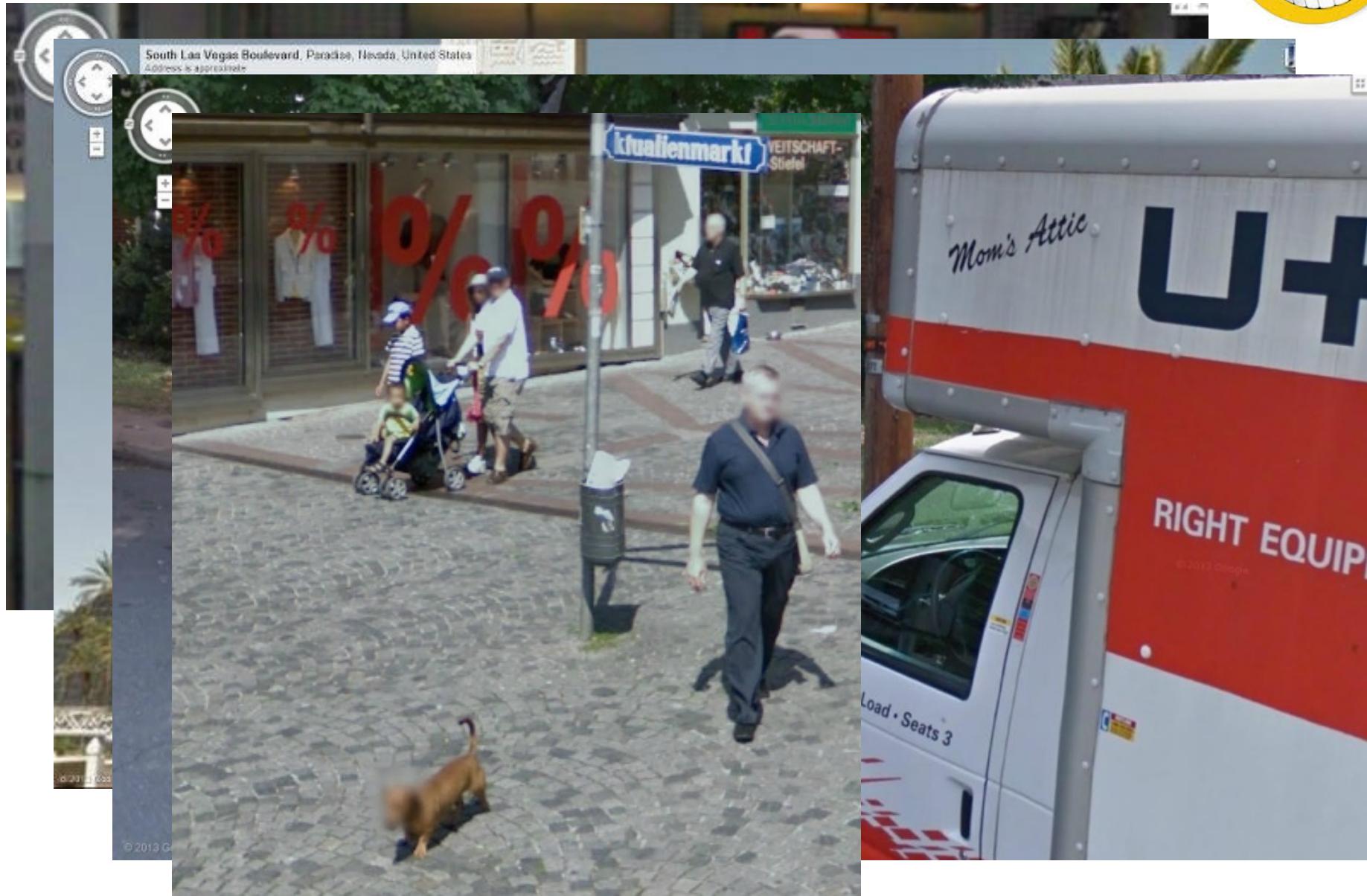
Imagine a camera smart enough to catch every smile! In Smile Shutter Mode, your Cyber-shot® camera can automatically trip the shutter at just the right instant to catch the perfect expression.



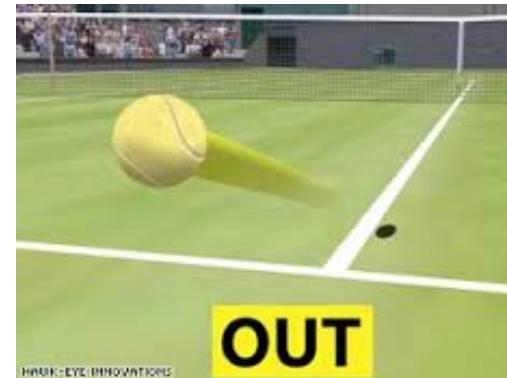
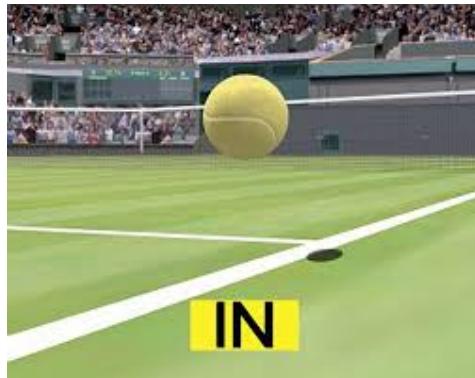
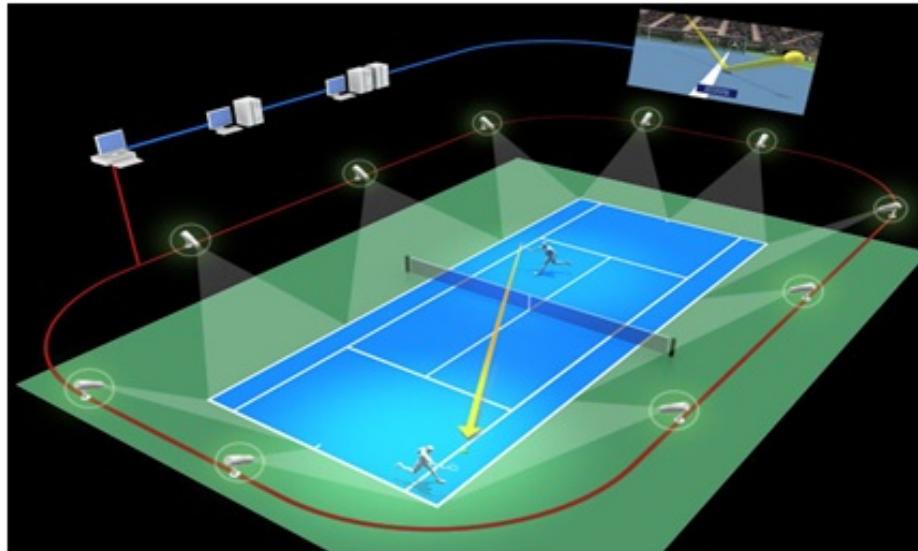
[Sony Cyber-shot® T70 Digital Still Camera](#)

Detectarea facială pentru protejarea identității





Tenis: sistemul Hawk-eye



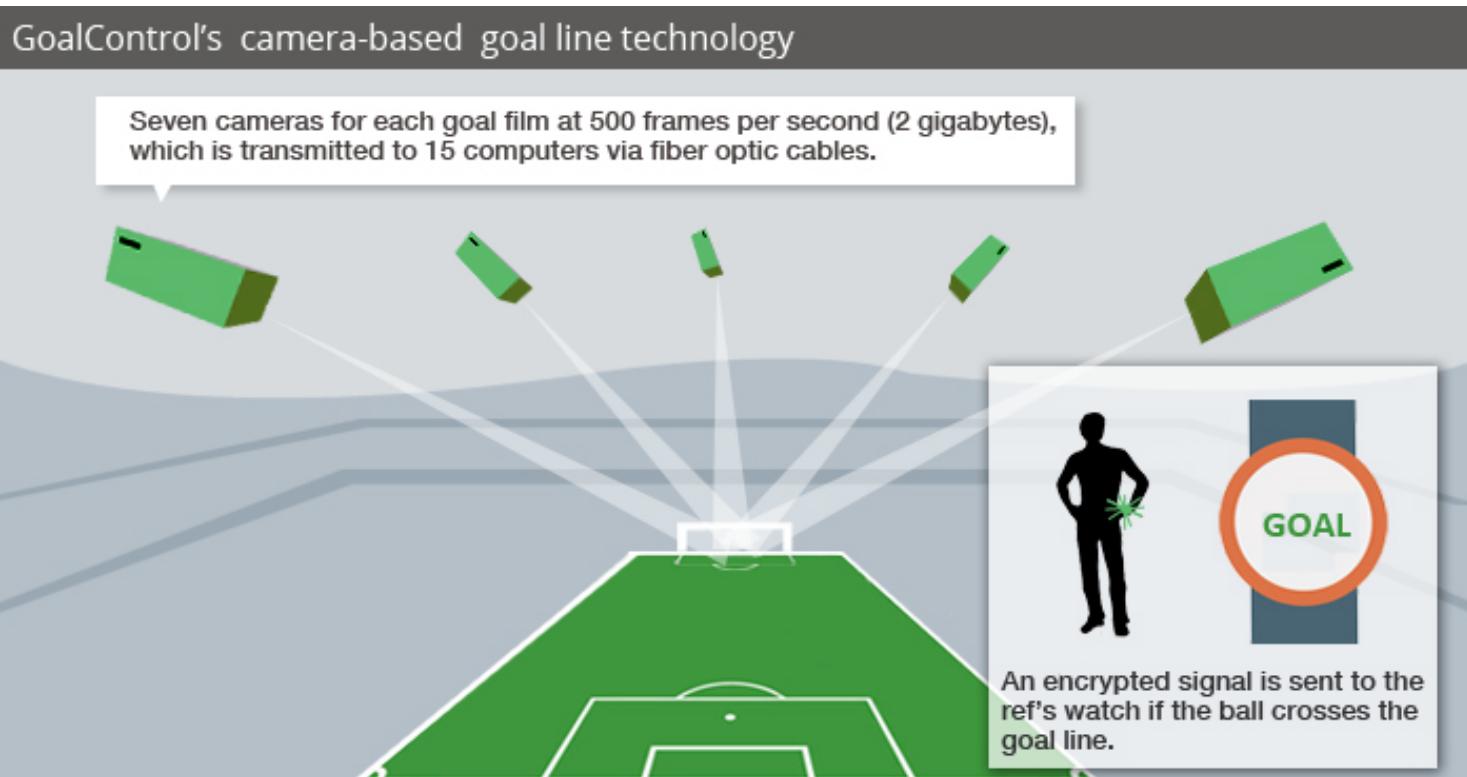
HAWK-EYE INNOVATIONS

Tenis: sistemul Hawk-eye



<https://www.youtube.com/watch?v=TEsWpnEcMdA>

Fotbal: sistemul Goal Line



Fotbal: sistemul Goal Line

Cupa Mondială 2010: Germania - Anglia

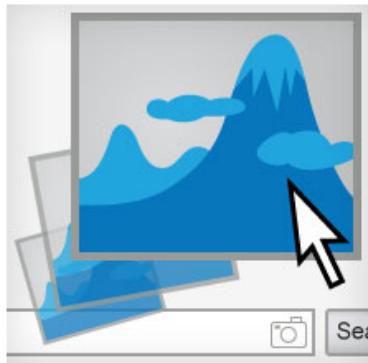


<https://www.youtube.com/watch?v=o5QIBHF6ib8>

Căutare vizuală



Four ways to search by image



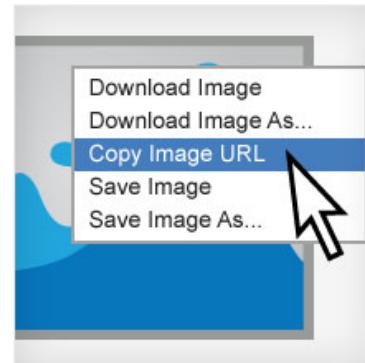
Drag and drop

Drag and drop an image from the web or your computer into the search box on images.google.com.



Upload an image

On images.google.com, click the camera icon, then select "Upload an image." Select the image you want to use to start your search.



Copy and paste the URL for an image

Found an image on the web you're curious about? Right-click the image to copy the URL. On images.google.com, click the camera icon, and "Paste image URL".



Right-click an image on the web

To search by image even faster, [download the Chrome extension](#) or the [Firefox extension](#). With the extension installed, simply right-click an image on the web to search Google with that image.

Prevenirea accidentelor

► manufacturer products consumer products ◀◀

Our Vision. Your Safety.

rear looking camera forward looking camera side looking camera

EyeQ Vision on a Chip

Road, Vehicle, Pedestrian Protection and more

AWS Advance Warning System

Events

- > Mobileye Advanced Technologies Power Volvo Cars World First Collision Warning With Auto Brake System
- > Volvo: New Collision Warning with Auto Brake Helps Prevent Rear-end

> all news

> read more

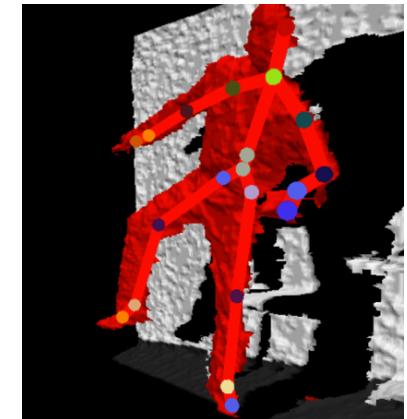
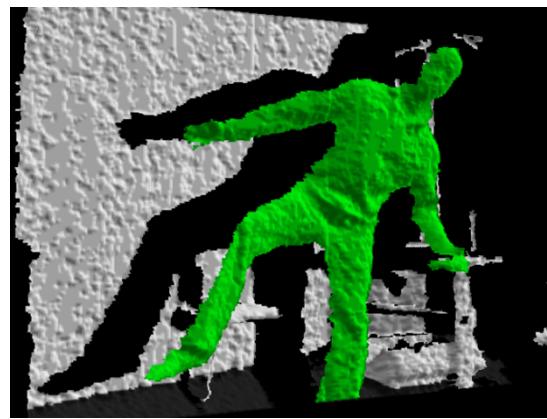
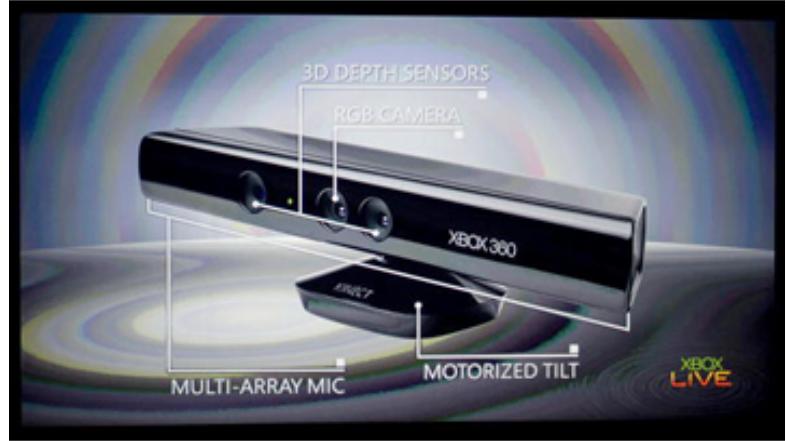
- Mobileye
 - sistem vizual disponibil pe unele modele BMW, GM, Volvo

Prevenirea accidentelor



<https://www.youtube.com/watch?v=HXpiyLUEOOY>

Interacțiune vizuală: Xbox Kinect



Aplicații În Vederea Artificială

- Aplicațiile prezente în viața noastră cotidiană
 - multe dintre ele dezvoltate în ultimii 10 ani
- Domeniu emergent
 - multe alte noi aplicații așteptate în următorii 5 ani
- Alte aplicații de vedere artificială & companii
 - <http://www.cs.ubc.ca/spider/lowe/vision.html>

Structura cursului de Vedere Artificială

Structura cursului

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Posibilă temă: realizarea de mozaicuri

Imagine
de
referință



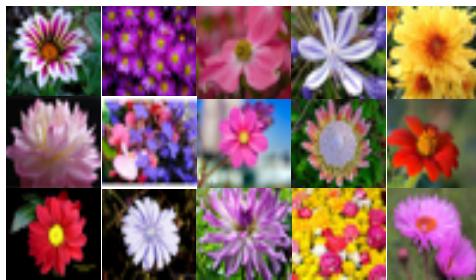
colectie de
imagini (piese)
de dimensiuni
reduse

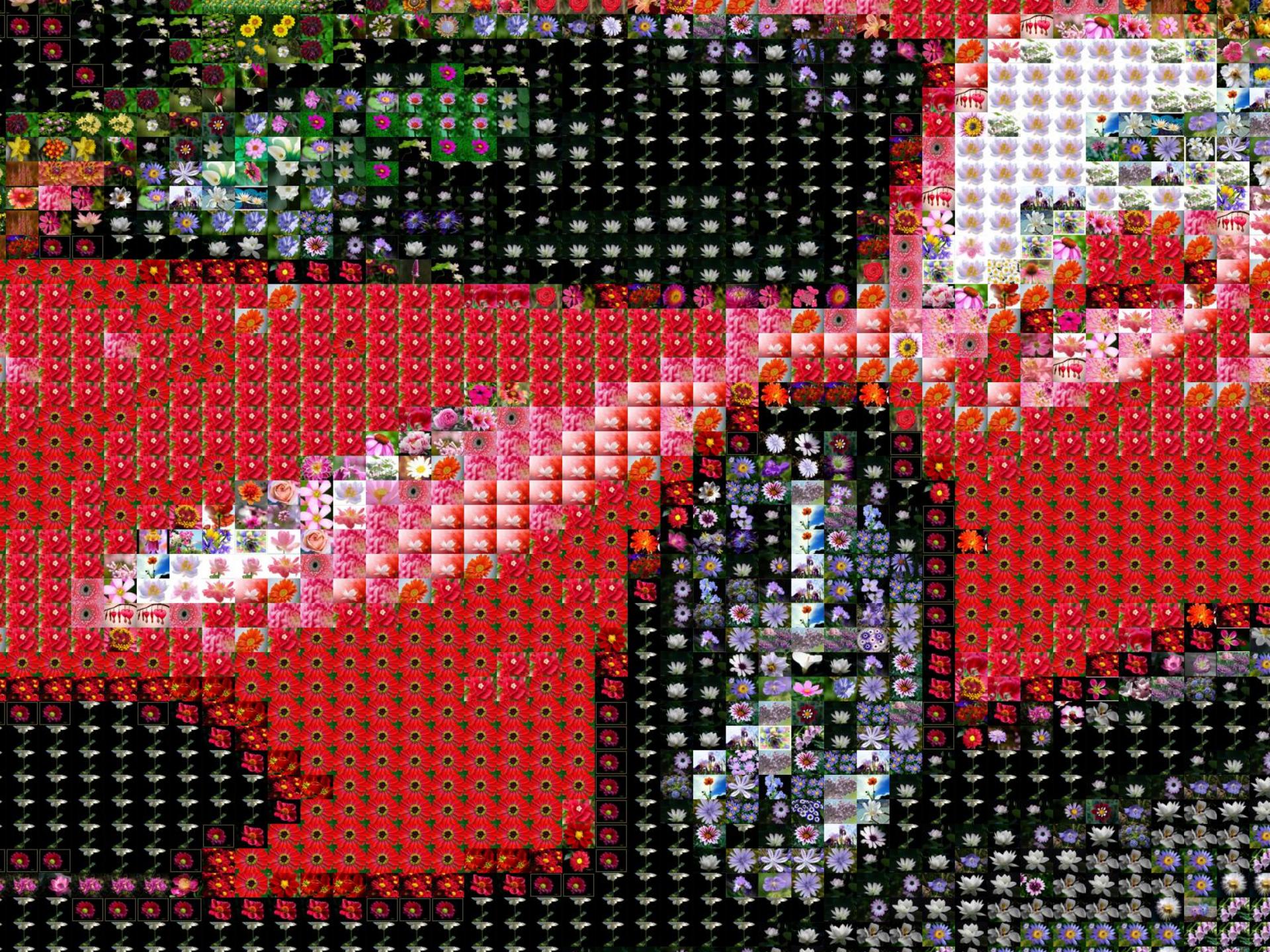


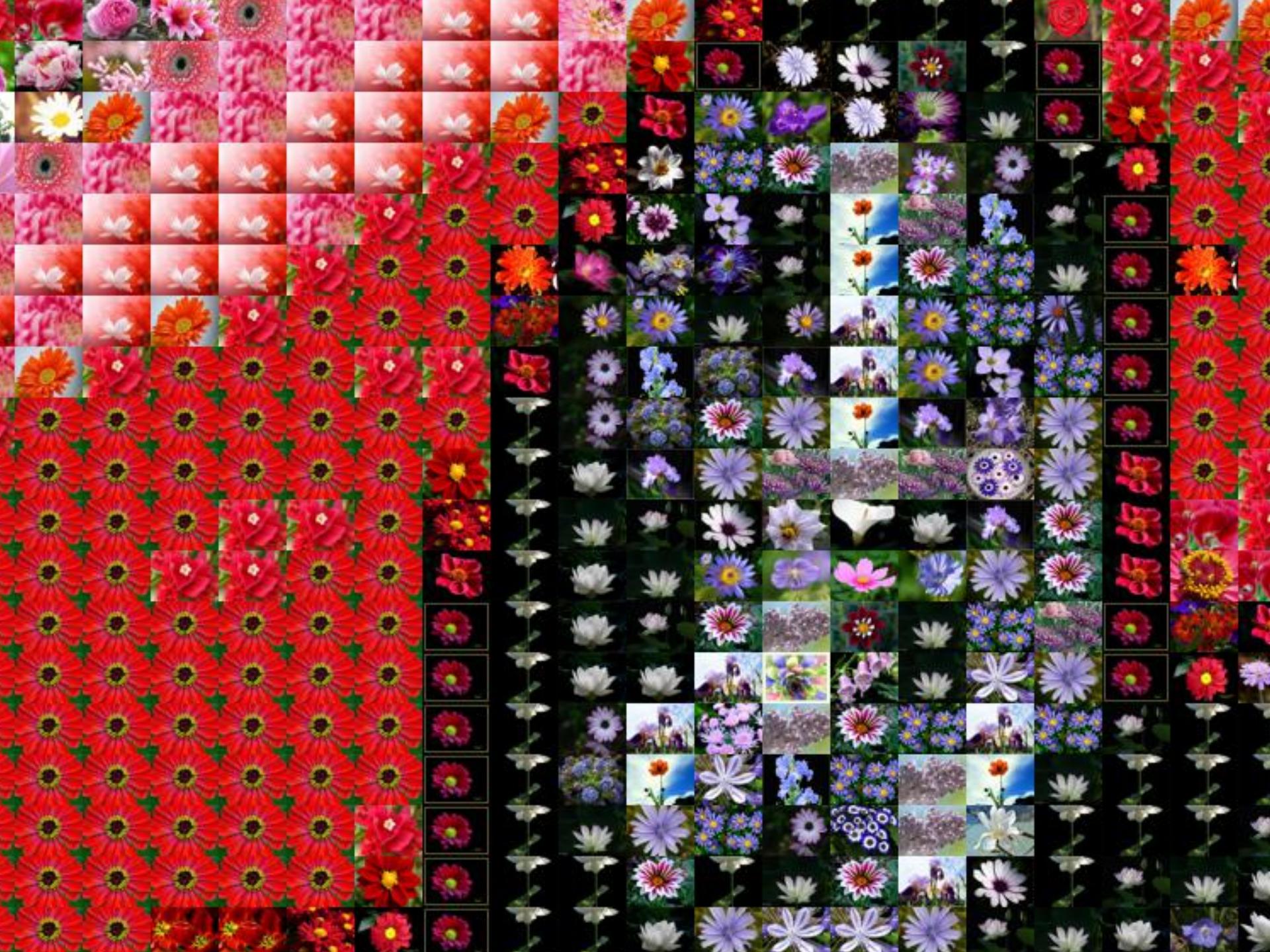
algoritm
codat de
voi



Imagine
mozaic







Structura cursului

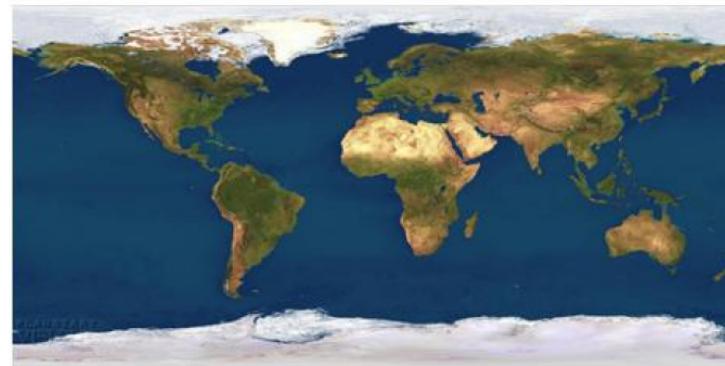
1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Posibilă temă: redimensionarea imaginilor cu păstrarea conținutului



Redimensionare
uzuală (imresize)



Redimensionare cu
păstrarea conținutului

Structura cursului optional

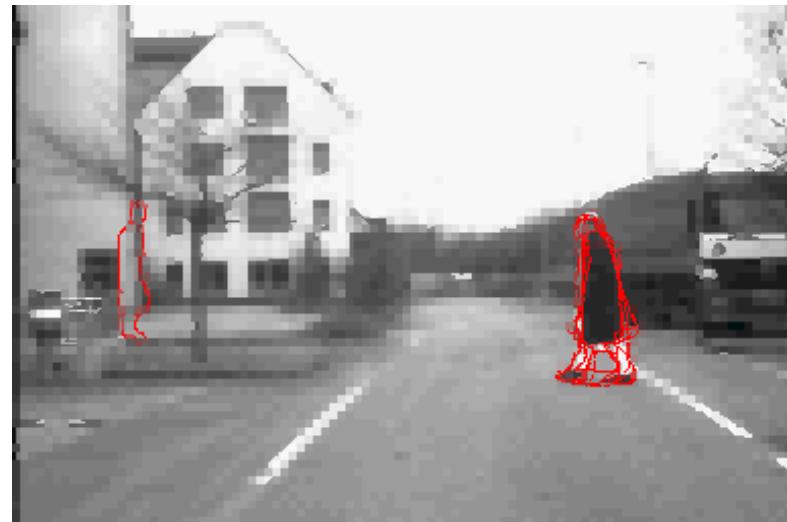
1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Posibilă temă: detectare de obiecte



Detectare semne de circulație



Detectare pietoni

Structura cursului optional

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Posibilă temă: sinteza texturii, transferul texturii pe obiecte



+



=



+



=



Structura cursului optional

2. Descriptori vizuali

- puncte de interes, descriptori SIFT, descriptori HOG

Posibilă temă: realizarea de panorame, regăsirea informației



Structura cursului optional

3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conoluționale, modelul bag of visual words

Posibile teme: detectare facială, clasificarea imaginilor, colorarea imaginilor în tonuri de gri (grayscale)



Structura cursului optional

3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conoluționale, modelul bag of visual words

Care imagine conține o mașină (vedere din spate)?

DA



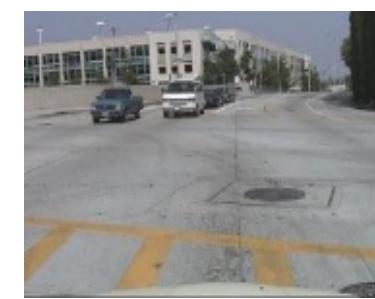
NU



DA



NU



NU



DA



DA



NU

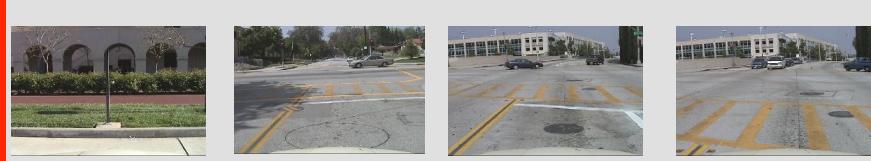


Structura cursului optional

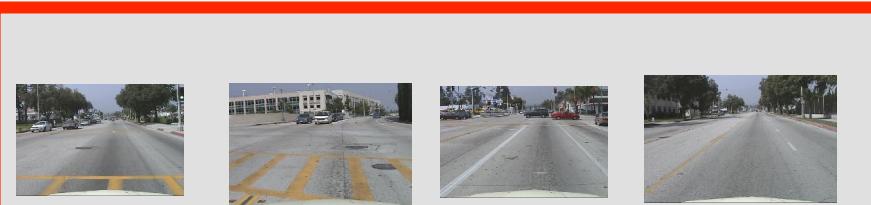
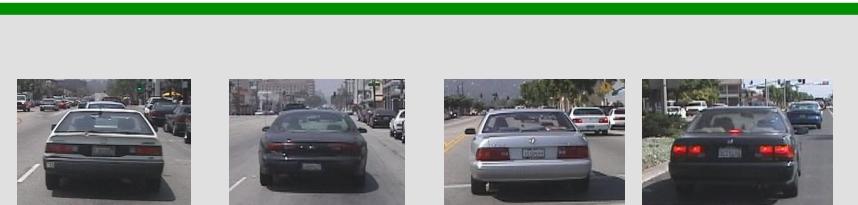
3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conoluționale, modelul bag of visual words

- Antrenare: 50 de imagini pozitive (conțin mașini) și negative (NU conțin mașini)



- Testare: 50 de imagini pozitive (conțin mașini) și negative (NU conțin mașini)



Structura cursului optional

3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conoluționale, modelul bag of visual words

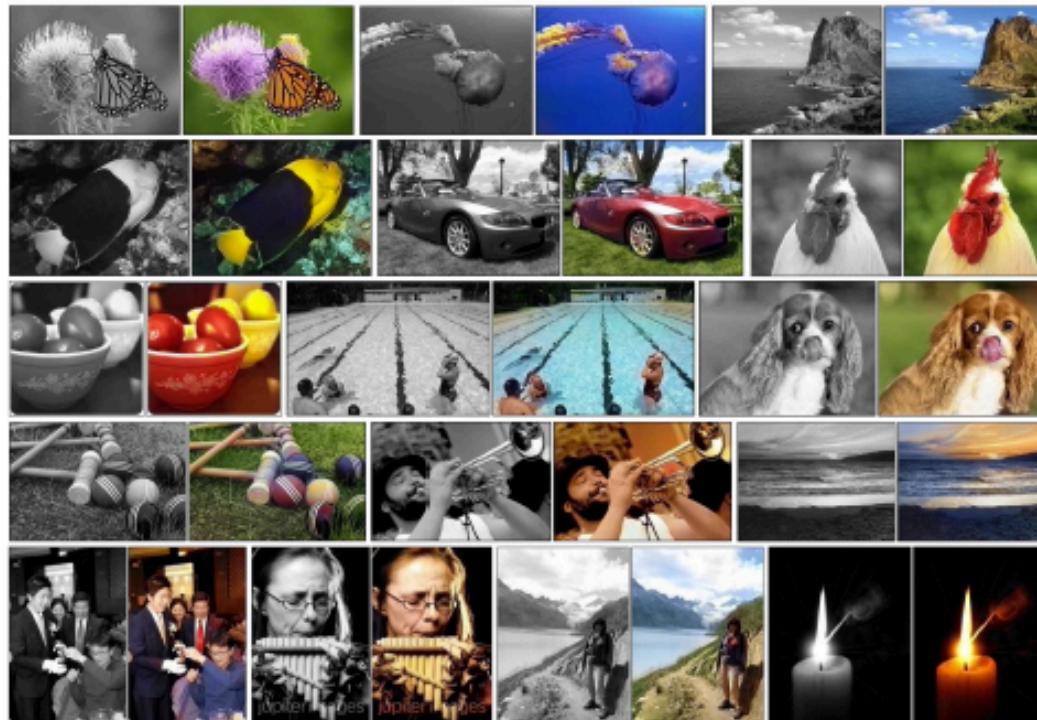


Figura 1: Rezultatele colorării imaginilor în tonuri de gri.

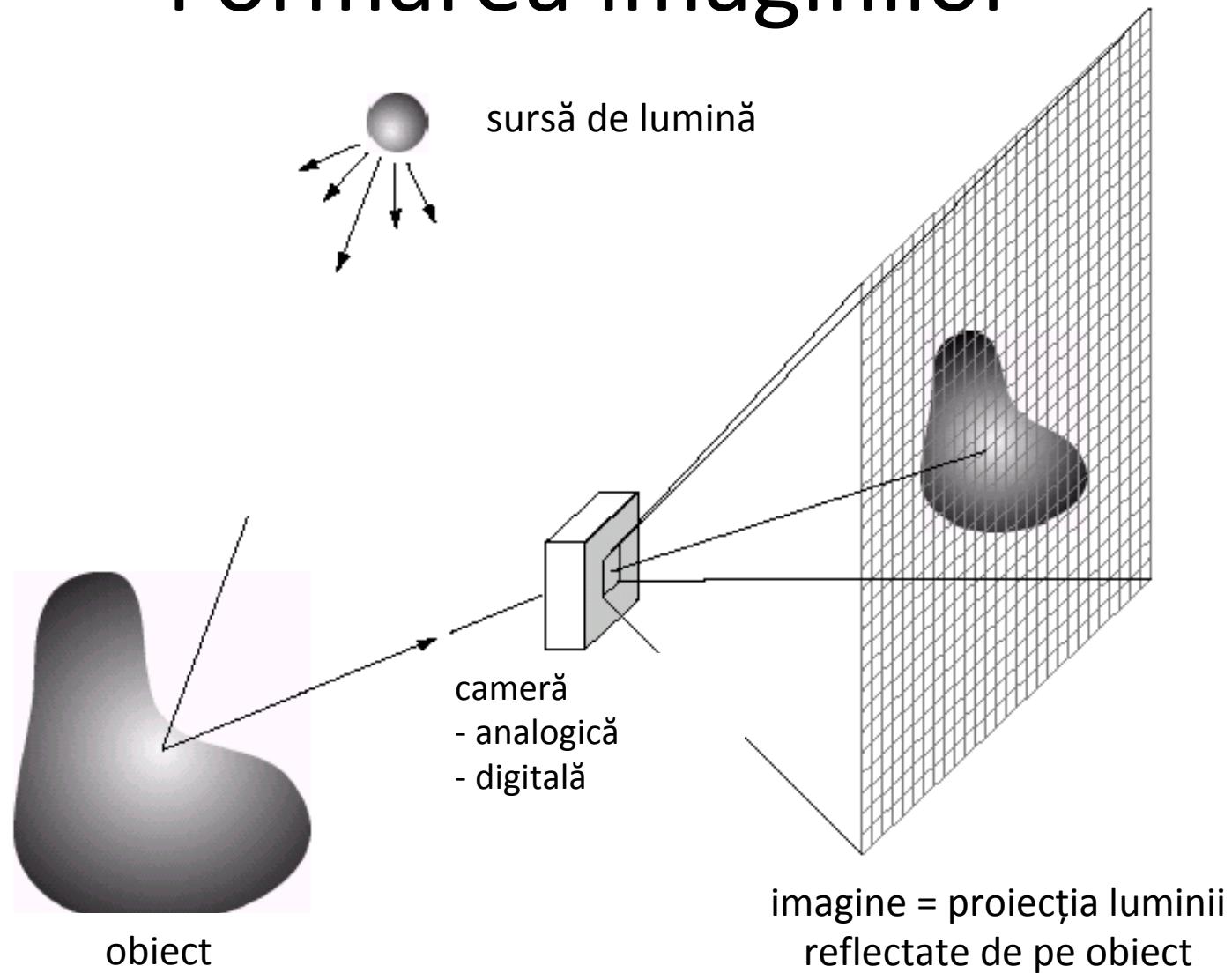
Bibliografie

Bibliografie

- Vedere Artificială – domeniul este foarte complex, vom aborda numai câteva teme
- multe cărți despre Vedere Artificială (Computer Vision)
 1. Richard Szeliski: Computer Vision: Algorithms and Applications
http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf
 2. Simon J.D. Prince: Computer Vision: Models, Learning and Inference:
<http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/s.prince/book/book.pdf> (link de la www.computervisionmodels.com)
 3. Link-uri spre cărți despre CV: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/books.htm>

Formarea imaginilor

Formarea imaginilor



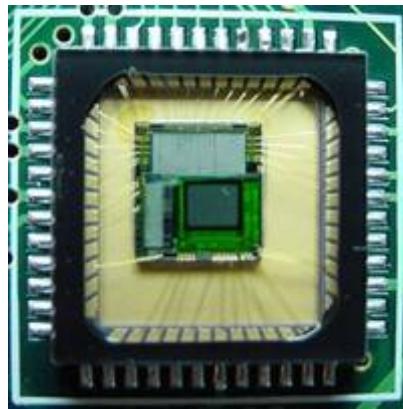
Camere digitale



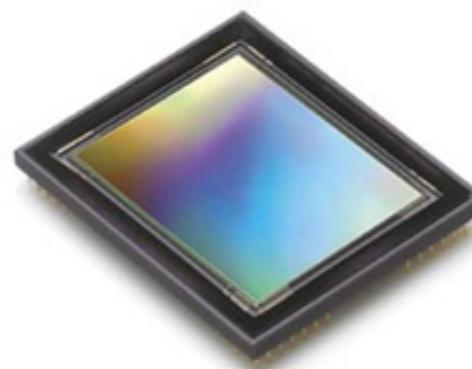
<http://electronics.howstuffworks.com/digital-camera.htm>

Senzori de imagine:

1. CMOS (complementary metal oxide conductor)
2. CCD (charge couple device)

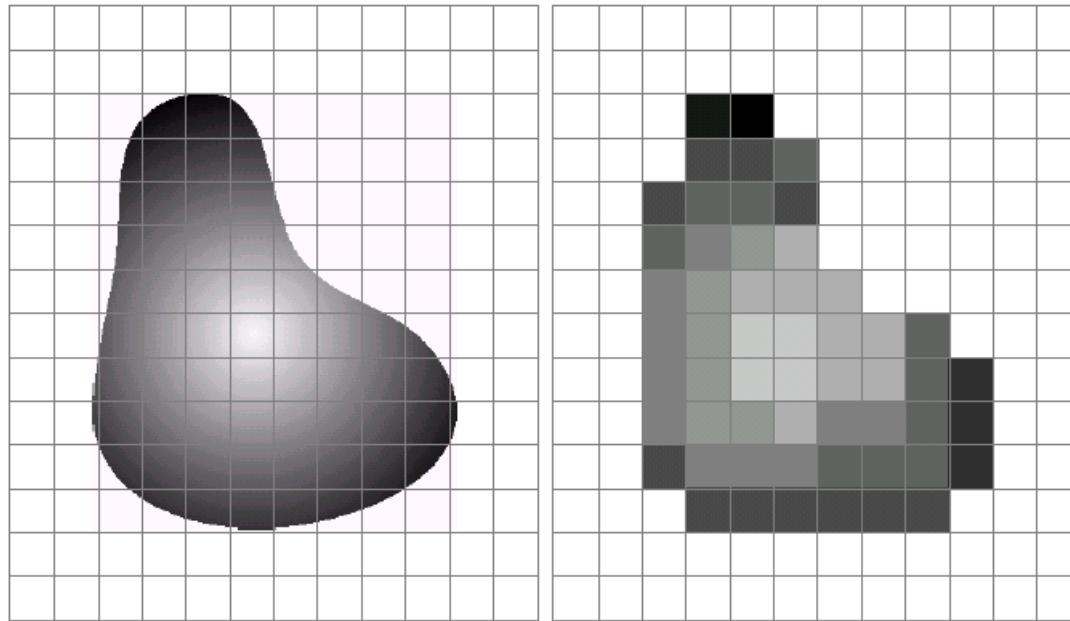


CMOS



CCD

Imagini digitale



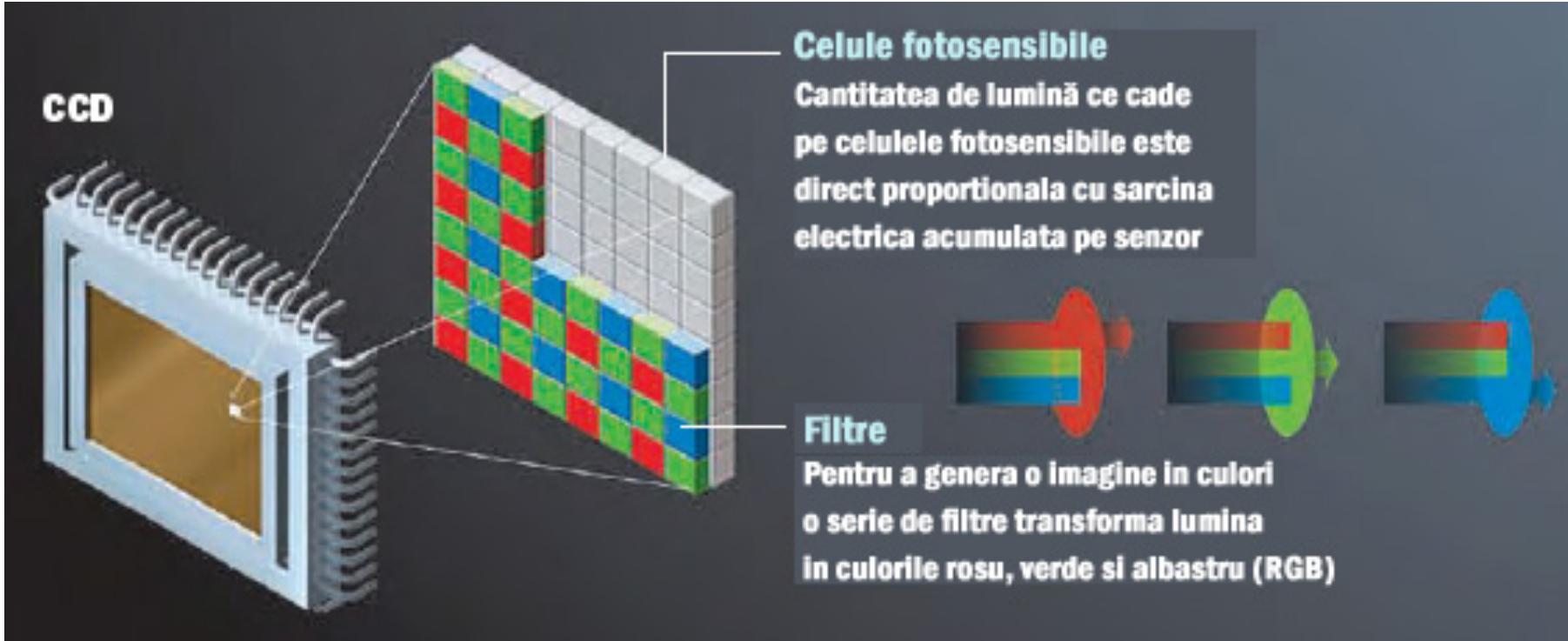
Imagine proiectată pe senzorul de imagine

Imagine rezultată în urma discretizării

- eșantionare - discretizează spațiul în pixeli
- cuantizare - discretizează luminozitatea

Imagine digitală = matrice bidimensională; elementele ei se numesc pixeli (pixel = picture element)

Imagini digitale color



Senzor de imagine

Filtru Bayer

Tipuri de imagini digitale

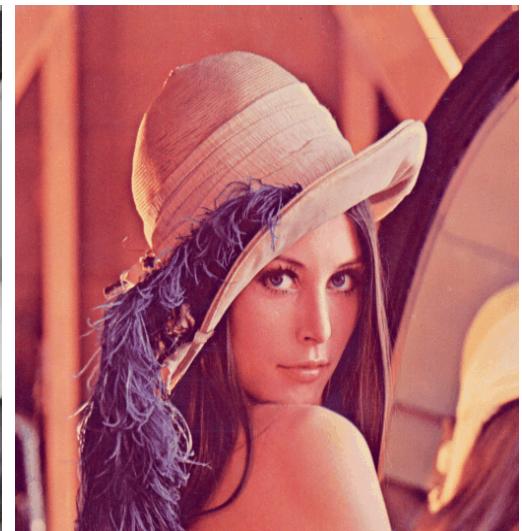
Binare



Grayscale
(tonuri de gri)



Color



Luminozitate	negru, alb	tonuri de gri	R G B
Valori	{0,1}	{0, ..., 255}	{0, ..., 255} ³
Culori	negru - 0, alb - 1	negru - 0, gri - 128, alb - 255	(255,0,0), (0,255,0), (0,0,255), (0,0,0), (255,255,255), (255,255,0), (255,125,0), (0,255,255), (255,0,255)
Memorie/ pixel	1 bit/pixel	8 biți/pixel	24 biți/pixel

RGB2GRAY

Color



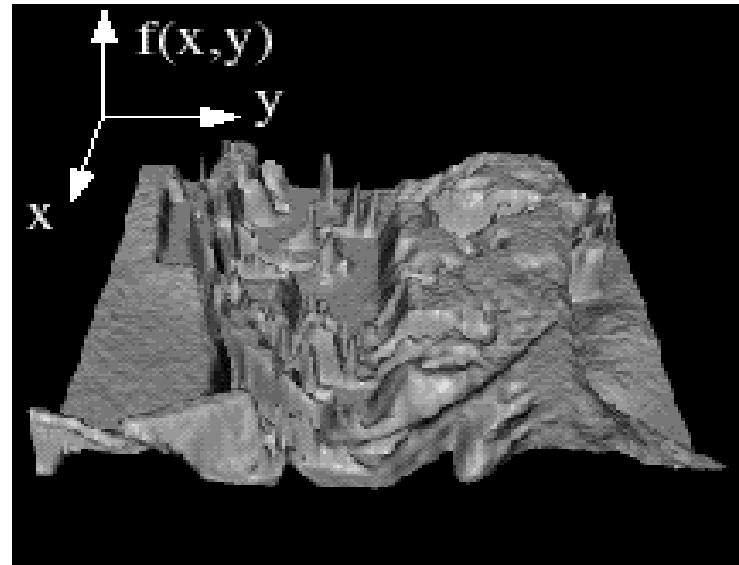
Grayscale
(tonuri de gri)



$$\text{gray} = 0.2989 * \text{R} + 0.5870 * \text{G} + 0.1140 * \text{B}$$

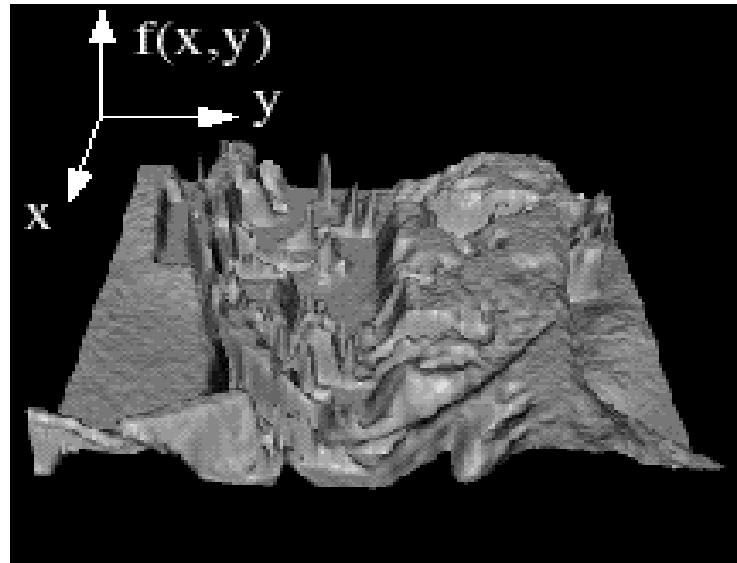
coeficienți determinați pe
baza perceptiei vizuale umane

Imagini private ca funcții



- Imaginea $I : \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbf{R}$, $I(x, y)$ - intensitatea la (x, y)
- $I : [a \ b] \times [c \ d] \rightarrow [i_{min} \ i_{max}]$ (interval + intensitate mărginită)
- Imagini color: $I(x, y) = \begin{bmatrix} r(x, y) \\ g(x, y) \\ b(x, y) \end{bmatrix}$

Imagini digitale



- I - matrice 2D cu valori întregi
- Intensități $\{0, 1, \dots, 255\}$
- - luminozitate 0 = negru
- - luminozitate 255 = alb

y ↓

x ↓

62	79	23	119	120	105	4	0
10	10	9	62	12	78	34	0
10	58	197	46	46	0	0	48
176	135	5	188	191	68	0	49
2	1	1	29	26	37	0	77
0	89	144	147	187	102	62	208
255	252	0	166	123	62	0	31
166	63	127	17	1	0	99	30

Concepțe și aplicații în Vederea Artificială

Laborator 1

Obiectiv:

În acest laborator vom învăța să lucrăm cu biblioteca OpenCV din Python.

1.1 Instalarea bibliotecii OpenCV

Deschideți Anaconda prompt și tasteți:
pip install opencv-python

1.2 Importare a bibliotecii

```
import cv2 as cv
print('versiune: ', cv.__version__)
```

1.3 Citirea unei imagini color

```
image = cv.imread('image_name.png')
```

Variabila `image` este de tipul `numpy.array uint8`. Dimensiunea variabilei este de: H, W, 3, unde H este înălțimea imaginii, W este lățimea, iar 3 este numărul de canale RGB.

1.4 Citirea unei imagini în tonuri de gri

```
image = cv.imread('image_name.png', cv.IMREAD_GRAYSCALE)
```

Dimensiunea variabili este de: H, W.

1.5 Afisarea unei imagini

```
cv.imshow('windowName', image)
cv.waitKey(0) % se aşteaptă apasarea unei taste
cv.destroyAllWindows() % se închide ferestre
```

1.6 Operații cu o matrice de intensități

Fie `img` un `numpy.array` 100×100 de tipul `uint8` obținută astfel:

```
img = cv.resize(cv.cvtColor(cv.imread('football.jpg'), cv.COLOR_BGR2GRAY), (100, 100))
```

ce corespunde unei imagini de intensități. Scrieți codul Python ce rezolvă următoarele cerințe:

- Sortați elementele/intensitățile din matricea `img` (folosiți funcția `np.sort` din librăria Numpy), punând elementele sortate în vectorul `x` de dimensiuni 10000×1 (10000 de linii, o coloană). Plotați apoi valorile din `x` (ca funcție de indecșii lui `x`, folosind librăria Matplotlib).
- Afişați submatricea din `img` de dimensiuni 50×50 care corespunde sfertului matricei `img` din partea dreapta-jos.
- Aflați pragul de intensitate `t` cu proprietatea următoare: jumătate din elementele matricei `img` au o valoare $\leq t$ (puteți folosi funcția `np.median`).
- Creați și afişați matricea/imaginie `B`, de aceleași dimensiuni ca matricea `img` obținută din `img` astfel: fiecare pixel din `B` are culoarea albă (intensitate = 255) dacă pixelul corespunzător din `img` are intensitatea $\geq t$, altfel are culoarea neagră (intensitate = 0).
- Creați și afişați matricea/imaginie `C`, de aceleași dimensiuni ca matricea `img` obținută din `img` astfel: fiecare pixel din `C` are intensitatea egală cu pixelul corespunzător din `img` din care se scade intensitatea medie a imaginii `img`; pixelii astfel obținuți cu intensitatea < 0 vor fi setați ca având intensitatea = 0.
- Aflați valoarea minimă (`np.min`) a intensității și afişați pozițiile în care apare (`np.where`) în `img`.

1.7 Imaginea medie a unei colecții de imagini

O colecție de imagini similare poate fi descrisă prin imaginea ei medie. Figura 1 ilustrează patru astfel de imagini medii, foarte sugestive pentru descrierea fiecărei colecții în parte. Scopul acestui exercițiu este de a scrie o funcție Python ce realizează o operație similară.



Figura 1: Exemple de imagini medii ale unor colecții de imagini similare.

Downloadați arhiva `colectiimagini.zip` ce însoțește acest laborator. Arhiva conține două colecții de imagini grupate în două directoare `set1` și `set2`. Toate imaginile din fiecare

colecție au aceleasi dimensiuni și conțin un obiect central al aceleasi clase de obiecte (set1 - vapor, set2 - avion).

Scriptă o funcție Python care, pentru o colecție de imagini dată, realizează următoarele:

- calculează imaginea medie color a colecției (img_color);
- calculează imaginea medie de intensitate a colecției (img_gray);
- calculează matricea X, fiecare element $X[i,j]$ al matricei reprezintă deviația standard a intensităților pixelilor (i,j) din imaginile de intensitate corespunzătoare imaginilor colecției;
- afișează cele trei imagini (img_color, img_gray, X) calculate.

Funcția ar trebui să arate astfel:

```
def colectie_imagini(dir_path);
```

unde dir_path reprezintă directorul unde se află colecția de imagini.

Aplicați funcția scrisă pentru a obține imaginile pentru cele două colecții. Afișați imaginile și comentați felul în care arată.

Funcții folosite: `numpy.mean`, `numpy.std`, `cv.cvtColor`, `os.listdir`, `cv.imshow`.

1.8 Modificarea unei imagini

Citiți imaginea *butterfly.jpeg* în variabila `img`. Extrageți 500 de sub-imagini de dimensiune 20×20 din poziții aleatorii ale imaginii `img`. Modificați porțiunea din imagine care are colțul stang-sus în poziția $(250, 250)$ cu cea mai apropiată sub-imagine (din cele 500) conform distanței L_2 . Salvați imaginea obținută.



Figura 2: În partea stângă avem imaginea originală, iar în dreapta este imaginea modificată.